

Beschreibung

Gasturbine

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbine mit einer Ringbrennkammer, deren Brennraum von einer ringförmigen Außenwand einerseits und einer darin angeordneten ringförmigen Innenwand andererseits begrenzt ist.
- 10 Gasturbinen werden in vielen Bereichen zum Antrieb von Generatoren oder von Arbeitsmaschinen eingesetzt. Dabei wird der Energieinhalt eines Brennstoffs zur Erzeugung einer Rotationsbewegung einer Turbinenwelle genutzt. Der Brennstoff wird dazu in einer Anzahl von Brennern verbrannt, wobei von einem
- 15 Luftverdichter verdichtete Luft zugeführt wird. Durch die Verbrennung des Brennstoffs wird ein unter hohem Druck stehendes Arbeitsmedium mit einer hohen Temperatur erzeugt. Dieses Arbeitsmedium wird in eine dem jeweiligen Brenner nachgeschaltete Turbineneinheit geführt, wo es sich arbeitsleistend
- 20 entspannt. Dabei kann jedem Brenner eine separate Brennkammer zugeordnet sein, wobei das aus den Brennkammern abströmende Arbeitsmedium vor oder in der Turbineneinheit zusammengeführt sein kann. Alternativ kann die Gasturbine aber auch in einer sogenannten Ringbrennkammer-Bauweise ausgeführt sein, bei der
- 25 eine Mehrzahl, insbesondere alle, der Brenner in eine gemeinsame, üblicherweise ringförmige, Brennkammer münden.

- Bei der Auslegung derartiger Gasturbinen ist zusätzlich zur erreichbaren Leistung üblicherweise ein besonders hoher Wirkungsgrad ein Auslegungsziel. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades lässt sich dabei aus thermodynamischen Gründen grundsätzlich durch eine Erhöhung der Austrittstemperatur erreichen, mit der das Arbeitsmedium von der Brennkammer ab- und in die Turbineneinheit einströmt. Daher werden Temperaturen von etwa
- 30 1200 °C bis 1500 °C für derartige Gasturbinen angestrebt und auch erreicht.
- 35

Bei derartig hohen Temperaturen des Arbeitsmediums sind jedoch die diesem Medium ausgesetzten Komponenten und Bauteile hohen thermischen Belastungen ausgesetzt. Um dennoch bei hoher Zuverlässigkeit eine vergleichsweise lange Lebensdauer der betroffenen Komponenten zu gewährleisten, ist üblicherweise eine Ausgestaltung mit besonders hitzebeständigen Materialien und eine Kühlung der betroffenen Komponenten, wie der Brennkammer und der Turbineneinheit, nötig. Insbesondere die Brennkammer und die beweglichen Teile der Turbineneinheit unterliegen jedoch aufgrund der thermischen Belastung und einer allgemeinen Abnutzung durch den Durchfluss des Arbeitsmediums einem erhöhten Verschleiß, so dass Gasturbinen regelmäßig gewartet werden müssen, damit beschädigte Bauteile ersetzt oder repariert werden können.

Die sich der Brennkammer in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums anschließende Turbineneinheit umfasst üblicherweise eine Turbinenwelle, die mit einer Anzahl von rotierbaren Laufschaufeln verbunden ist, die kranzförmige Laufschaufelreihen bilden. Weiterhin umfasst die Turbineneinheit eine Anzahl von feststehenden Leitschaufeln, die ebenfalls kranzförmig unter der Bildung von Leitschaufelreihen an dem Innengehäuse der Turbine befestigt sind. Die Laufschaufeln dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle durch Impulsübertrag des die Turbineneinheit durchströmenden Arbeitsmediums, während die Leitschaufeln zur Strömungsführung des Arbeitsmediums zwischen jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums gesehen aufeinanderfolgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkränzen dienen.

Da die Rotationsbewegung der Turbinenwelle in der Regel zum Antrieb des der Brennkammer vorgeschalteten Luftverdichters genutzt wird, ist diese über die Turbineneinheit hinaus verlängert, so dass im Bereich der der Turbine vorgeschalteten Ringbrennkammer die Turbinenwelle torusartig von dem ringförmigen Brennraum umgeben ist.

Der Brennraum ist dabei von einer ringförmigen Außenwand einerseits und einer darin angeordneten ringförmigen Innenwand andererseits begrenzt. Die Innenwand der Brennkammer besteht dazu in der Regel aus zwei oder mehreren Einzelteilen, die
5 auf ihrer der Turbinenwelle zugewandten Seite miteinander verschraubt sind.

Dieser Aufbau der Ringbrennkammer weist jedoch einige Nachteile auf, da die Innenwand der Brennkammer für Wartungsarbeiten nicht zugänglich ist. So müssen für Wartungsarbeiten an der Innenwand die Oberteile der Verdichter- und Turbinenschaufelträger abgebaut werden, damit die Turbinenwelle mit der Innenwand der Brennkammer ausgebaut werden kann, um somit den Zugang zu besagter Innenwand zu ermöglichen. Die Montagearbeiten sind daher sehr arbeits- und zeitintensiv. Durch den
10 vergleichsweise langen Betriebsausfall der Gasturbine, entstehen zusätzlich zu den Montagekosten der Gasturbine Betriebsausfallskosten, die zu vergleichsweise sehr hohen Gesamtkosten von Wartungs- und Reparaturarbeiten der Gasturbine
15 führen.
20

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde eine Gasturbine der oben genannten Art anzugeben, bei der die Innenwand der Brennkammer vergleichsweise schnell und einfach demontierbar ist.
25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem die Innenwand der Brennkammer aus einer Anzahl von auf einer Tragstruktur der Innenwand befestigten Wandelementen gebildet
30 ist, wobei die Tragstruktur von einer Anzahl von an einer horizontalen Teilfuge aneinanderstoßenden Teilstücken gebildet ist, die im Bereich der Teilfuge über eine Anzahl von schräg zur Innenwandfläche ausgerichteten Schraubverbindungen miteinander verbunden sind.
35

Die Wandelemente bilden dabei insbesondere die heißgasbenetzte Oberfläche der Brennkammer, wobei die Wandelemente

zweckmäßigerweise auf der eigentlichen Tragstruktur der Innenwand befestigt sind. Diese Tragstruktur umfasst insbesondere ebenfalls eine obere und eine untere Hälfte, die über die schräg zur Teilfügenebene ausgerichteten Schraubverbindungen miteinander verbunden sind.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass die Befestigung der verschiedenen Wandelemente der Brennkammerinnenwand aneinander von dem Brennraum aus zugänglich sein sollte und die Brennkammerinnenwand damit auch von diesem aus zu demontieren ist. Gleichzeitig sollten die verschiedenen Teilstücke der der Brennkammerinnenwand zugeordneten Tragstruktur, die an ihrer horizontalen Teilfuge aneinanderstoßen, durch eine Befestigung miteinander verbunden werden, die diese durch eine vertikale Kraft an der Teilfuge miteinander verbindet. Diese beiden Funktionen werden durch die schräg zur Innenwandfläche ausgerichteten Schraubverbindungen erfüllt, die neben der Zugänglichkeit von der Brennkammer aus eine ausreichend große vertikale Kraftkomponente zur Verbindung der beiden Tragstrukturhälften aufweist.

Um die durch die schräg zur Innenwandfläche ausgerichtete Schraubverbindung entstehende horizontale Kraftkomponente zweier durch die Schraubverbindung miteinander verbundener Teilstücke der Tragstruktur zu kompensieren, ist jeder Schraubverbindung zweckmäßigerweise eine Passfeder zugeordnet. Die Passfeder vermeidet, dass sich die miteinander verschraubten Wandelemente an der horizontalen Teilfuge durch die horizontale Kraftkomponente der Schraubverbindung zueinander verschieben. Die Passfeder verläuft hierfür vorteilhafterweise längs der horizontalen Teilfuge und ist jeweils in Nuten der aneinanderstoßenden Wandelemente passgenau eingepasst, so dass diese sich nicht gegeneinander verschieben können, und vorzugsweise lediglich die für die Befestigung der Schraubverbindung benötigte vertikale Kraftkomponente der Schraubverbindung an der horizontalen Teilfuge auftritt.

Um den Brennkammerinnenraum und damit die Schraubverbindungen der Brennkammerinnenwand zugänglich zu halten, ist die Außenwand der Ringbrennkammer vorteilhafterweise zweiteilig ausgeführt und von einem mit einem Oberteil zusammenwirkenden Unterteil gebildet. Dabei ist das Oberteil zweckmäßigerweise mit dem Unterteil verschraubt, so dass sich die Brennkammeraußenwand entfernen lässt. Auf diese Art des Aufbaus der Brennkammeraußenwand ist der Brennkammerinnenraum und damit auch die Verschraubungen der Brennkammerinnenwandelemente zugänglich.

Um die Brennkammerwand vor thermischen Belastungen des Arbeitsmediums zu schützen, ist die Innen- und Außenwand der Brennkammer zweckmäßigerweise mit einer aus einer Anzahl von Hitzeschildelementen gebildeten Auskleidung versehen. Diese sind vorzugsweise mit besonders hitzebeständigen Schutzschichten versehen.

Vorteilhafterweise sind die Hitzeschildelemente über ein System mit Nut und Feder an der Innenwand und an der Außenwand der Brennkammer befestigt. Dabei sind Hitzeschildelemente an ihren Rändern vorzugsweise derart geformt, dass sie durch eine zweifache Biegung brennkammerwärts eine Verankerung ausbilden, die sich in einer Aussparung der Brennkammerwand, welche die Nut bildet, verankern und damit befestigen lässt. Zweckmäßigerweise ist die Aussparung in der Brennkammerwand für aneinanderliegende Hitzeschildelemente zusammengefasst, so dass aneinanderliegende Hitzeschildelemente an ihrer, durch die Biegung entstehenden Stirnseite, aneinander stoßen und so eine Abdichtung für die Brennkammer und des darin strömenden Arbeitsmediums darstellen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die Teil fugenverschraubung der Brennkammerwände eine vergleichsweise einfache und schnelle Montage der Brennkammerwände möglich ist. Insbesondere die Möglichkeit, die Innenwand der Brennkammer zu entfernen, ermög-

licht eine schnellere und bessere Wartung dieser Brennkammer-
teile. Eine zeitaufwendige Entfernung der sich im weiteren
Verlauf der Turbineneinheit befindlichen Lauf- und Leitschau-
feln kann durch den ermöglichten Zugang vom Brennkammerinnen-
raum daher entfallen, so dass Wartungsarbeiten vergleichs-
5 weise einfach und zeitsparend durchführbar sind.

Ein Ausführungsbeispiel wird anhand einer Zeichnung näher er-
läutert. Darin zeigen:

10

Fig. 1 einen Halbschnitt durch eine Gasturbine,

Fig. 2 einen Schnitt durch eine Ringbrennkammer,

15

Fig. 3 eine Seitenansicht der Ringbrennkammer,

Fig. 4 im Schnitt eine Schraubverbindung der Wandelemente
der Brennkammerinnenwand, und

20

Fig. 5 im Schnitt einen Ausschnitt der Brennkammerinnen-
wand.

Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszei-
chen versehen.

25

Die Gasturbine 1 gemäß Fig. 1 weist einen Verdichter 2 für
Verbrennungsluft, eine Brennkammer 4 sowie eine Turbine 6 zum
Antrieb des Verdichters 2 und eines nicht dargestellten Gene-
rators oder einer Arbeitsmaschine auf. Dazu sind die Tur-
bine 6 und der Verdichter 2 auf einer gemeinsamen, auch als
30 Turbinenläufer bezeichneten Turbinenwelle 8 angeordnet, mit
der auch der Generator bzw. die Arbeitsmaschine verbunden
ist, und die um ihre Mittelachse 9 drehbar gelagert ist. Die
in der Art einer Ringbrennkammer ausgeführte Brennkammer 4
35 ist mit einer Anzahl von Brennern 10 zur Verbrennung eines
flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs bestückt.

Die Turbine 6 weist eine Anzahl von mit der Turbinenwelle 8 verbundenen, rotierbaren Laufschaufeln 12 auf. Die Laufschaufeln 12 sind kranzförmig an der Turbinenwelle 8 angeordnet und bilden somit eine Anzahl von Laufschaufelreihen. Weiter-
5 hin umfasst die Turbine 6 eine Anzahl von feststehenden Leitschaufeln 14, die ebenfalls kranzförmig unter der Bildung von Leitschaufelreihen an einem Innengehäuse 16 der Turbine 6 befestigt sind. Die Laufschaufeln 12 dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle 8 durch Impulsübertrag vom die Turbine 6
10 durchströmenden Arbeitsmedium M. Die Leitschaufeln 14 dienen hingegen zur Strömungsführung des Arbeitsmediums M zwischen jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen aufeinanderfolgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkränzen. Ein aufeinanderfolgendes Paar aus einem Kranz von
15 Leitschaufeln 14 oder einer Leitschaufelreihe und aus einem Kranz von Laufschaufeln 12 oder einer Laufschaufelreihe wird dabei auch als Turbinenstufe bezeichnet.

Jede Leitschaufel 14 weist eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 18 auf, die zur Fixierung der jeweiligen Leitschaufel 14 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 als Wandelement
20 angeordnet ist. Die Plattform 18 ist dabei ein thermisch vergleichsweise stark belastetes Bauteil, das die äußere Begrenzung eines Heizgaskanals für das die Turbine 6 durchströmende
25 Arbeitsmedium M bildet. Jede Laufschaufel 12 ist in analoger Weise über eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 20 an der Turbinenwelle 8 befestigt.

Zwischen den beabstandet voneinander angeordneten Plattformen 18 der Leitschaufeln 14 zweier benachbarter Leitschaufelreihen ist jeweils ein Führungsring 21 am Innengehäuse 16 der
30 Turbine 6 angeordnet. Die äußere Oberfläche jedes Führungsrings 21 ist dabei ebenfalls dem heißen, die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M ausgesetzt und in radialer Richtung vom äußeren Ende 22 der ihm gegenüber liegenden Laufschaufel 12 durch einen Spalt beabstandet. Die zwischen be-
35 nachbarten Leitschaufelreihen angeordneten Führungsringe 21

dienen dabei insbesondere als Abdeckelemente, die die Innenwand 16 oder andere Gehäuse-Einbauteile vor einer thermischen Überbeanspruchung durch das die Turbine 6 durchströmende heiße Arbeitsmedium M schützt.

5

Die Brennkammer 4 ist im Ausführungsbeispiel als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 8 herum angeordneten Brennern 10 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 4 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 8 herum positioniert ist.

Zur weiteren Verdeutlichung der Ausführung der Brennkammer 4 ist in Fig. 2 die Brennkammer 4 im Schnitt dargestellt, die sich torusartig um die Turbinenwelle 8 herum fortsetzt. Wie in der Darstellung erkennbar ist, weist die Brennkammer 4 einen Anfangs- oder Einströmabschnitt auf, in den endseitig der Auslass des jeweils zugeordneten Brenners 10 mündet. In Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen verengt sich so- dann der Querschnitt der Brennkammer 4, wobei dem sich ein- stellenden Strömungsprofil des Arbeitsmediums M in diesem Raumbereich Rechnung getragen ist. Ausgangsseitig weist die Brennkammer 4 im Längsschnitt eine Krümmung auf, durch die das Abströmen des Arbeitsmediums M aus der Brennkammer 4 in einer für einen besonders hohen Impuls- und Energieübertrag auf die strömungsseitig gesehen nachfolgende erste Laufschaufelreihe begünstigt ist.

Wie in der Darstellung nach Figur 3 erkennbar ist, ist der Brennraum 24 der Brennkammer 4 einerseits von der ringförmigen Brennkammeraußenwand 26 und andererseits von einer darin angeordneten ringförmigen Brennkammerinnenwand 28 begrenzt. Die Brennkammer 4 ist dafür ausgelegt, die Brennkammerinnenwand 28 beispielsweise für Wartungsarbeiten auf besonders einfache Weise entfernen zu können, ohne die Turbinenwelle 8 und das Oberteil der unmittelbar an die Brennkammer 4 an-

schließenden Leitschaufeln 14 der Turbine 6 ausbauen zu müssen. Dazu besteht die Brennkammerinnenwand 28 aus einer Anzahl von Wandelementen, die auf zwei Teilstücken 30 einer Tragstruktur befestigt sind, wobei die Teilstücke 30 unter
5 Bildung einer im wesentlichen horizontal verlaufenden Teilfuge 31 zur Brennkammerinnenwand 28 zusammengefügt sind.

Die Brennkammer 4 ist insbesondere dazu ausgelegt, die Wandelemente und die diese tragenden Teilstücke 30 der Brennkammerinnenwand 28 von dem Brennraum 24 aus demontieren zu können. Dazu sind, wie in Figur 4 im Schnitt dargestellt ist, die Teilstücke 30 an der von ihnen gebildeten horizontalen Teilfuge 31 mit schräg zur Innenfläche der Brennkammerinnenwand 28 verlaufenden Schraubverbindungen 32 verbunden. Jede
15 Schraubverbindung 32 umfasst dabei eine im wesentlichen schräg zur von der Brennkammerinnenwand 28 gebildeten Oberfläche geführte Schraube 33, die mit einem in einer der Wandelemente 30 eingearbeiteten Gewinde 34 zusammenwirkt.

20 Damit sich die Teilstücke 30 durch die infolge der schräg zur Brennkammerinnenwand 28 verlaufenden Schrauben 33 entstehende horizontale Kraftkomponente nicht gegeneinander verschieben, ist der Schraubverbindung 32 eine Passfeder 35 zugeordnet. Diese verläuft in einer Position nahe zur jeweiligen Schraubverbindung 32 längs der horizontalen Teilfuge 31 der Teilstücke 30 und ist in Nuten der Teilstücke 30 der
25 Brennkammerinnenwand 28 eingepasst.

Um den Zugang zum Brennraum 24 der Brennkammer 4 zu erleichtern, besteht die Brennkammeraußenwand 26 aus einem Oberteil 36 und einem Unterteil 38, wie in Figur 3 erkennbar ist. Das Oberteil 36 und das Unterteil 38 sind dazu im Gegensatz zur Verbindung der Teilstücke 30 der die Brennkammerinnenwand 28 bildenden Tragstruktur mit zur Teilfügenebene senkrecht ausgerichteten Schraubverbindungen versehen, da hier keine Probleme hinsichtlich der Zugänglichkeit bestehen.
35

Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 4 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1200 °C bis 1300 °C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebs-
5 parametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, sind, wie in Figur 5 dargestellt ist, die Brennkammeraußenwand 26 und die Brennkammerinnenwand 28 jeweils auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 40 gebildeten Auskleidung versehen. Je-
10 des Hitzeschildelement 40 ist der dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht ausgestattet.

Wie in Figur 5 exemplarisch für die Brennkammerinnenwand 28
15 dargestellt ist, sind die Hitzeschildelemente 40 über ein System mit Nut und Feder an der Brennkammerinnenwand 28 befestigt. Dazu sind Hitzeschildelemente 40 an ihren Rändern derart geformt, dass sie durch eine zweifache Biegung brennkammerwärts eine Verankerung ausbilden, die sich in einer Aus-
20 sparung der Brennkammerinnenwand 28, welche die Nut bildet, verankern und damit befestigen lässt. Wie ebenfalls in der Figur 5 zu erkennen ist, sind benachbarte Hitzeschildelemente 40 so an zusammengefassten Nuten befestigt, dass sie sich gegenseitig berühren und so den Brennraum 24 der Brennkammer 4
25 abdichten.

Patentansprüche

1. Gasturbine (1) mit einer Ringbrennkammer (4), deren Brennraum (24) von einer ringförmigen Brennkammeraußenwand (26) einerseits und einer darin angeordneten ringförmigen Brennkammerinnenwand (28) andererseits begrenzt ist, wobei die Brennkammerinnenwand (28) aus einer Anzahl von auf einer Tragstruktur der Brennkammerinnenwand (28) befestigten Wandelementen gebildet ist, und wobei die Tragstruktur von einer Anzahl von an einer horizontalen Teilfuge aneinanderstoßenden Teilstücken (30) gebildet ist, die im Bereich der Teilfuge über eine Anzahl von schräg zur Innenwandfläche ausgerichteten Schraubverbindungen (32) miteinander verbunden sind.
2. Gasturbine (1) nach Anspruch 1, bei der der oder jeder Schraubverbindung (32) jeweils eine Passfeder (34) zugeordnet ist.
3. Gasturbine (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Brennkammeraußenwand (26) der Ringbrennkammer (4) zweiteilig ausgeführt und von einem mit einem Oberteil (36) zusammenwirkenden Unterteil (38) gebildet ist.
4. Gasturbine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Brennkammerinnenwand (28) und/oder die Brennkammeraußenwand (26) mit einer aus einer Anzahl von Hitzeschildelementen (40) gebildeten Auskleidung versehen sind.
5. Gasturbine (1) nach Anspruch 4, bei der die Hitzeschildelemente (40) über ein Nut/Feder-System an der Brennkammerinnenwand (28) bzw. an der Brennkammeraußenwand (26) befestigt sind.

Zusammenfassung

Gasturbine

- 5 Bei einer Gasturbine (1) mit einer Ringbrennkammer (4), deren Brennraum (24) von einer ringförmigen Brennkammeraußenwand (26) einerseits und einer darin angeordneten ringförmigen Brennkammerinnenwand (28) andererseits begrenzt ist, soll die Brennkammerinnenwand (28) vergleichsweise schnell und einfach
- 10 demontierbar sein. Dazu ist erfindungsgemäß die Brennkammerinnenwand (28) aus einer Anzahl von auf einer Tragstruktur befestigten Wandelementen gebildet, wobei die Tragstruktur von einer Anzahl von an einer horizontalen Teilfuge aneinanderstoßenden die aneinanderstoßenden Teilstücke (30) der
- 15 Brennkammerinnenwand (28) an ihrer horizontalen Teilfuge über eine Anzahl von schräg zur Innenwandfläche ausgerichteten Schraubverbindungen (32) miteinander verbunden sind.

20 Fig. 4

FIG 1

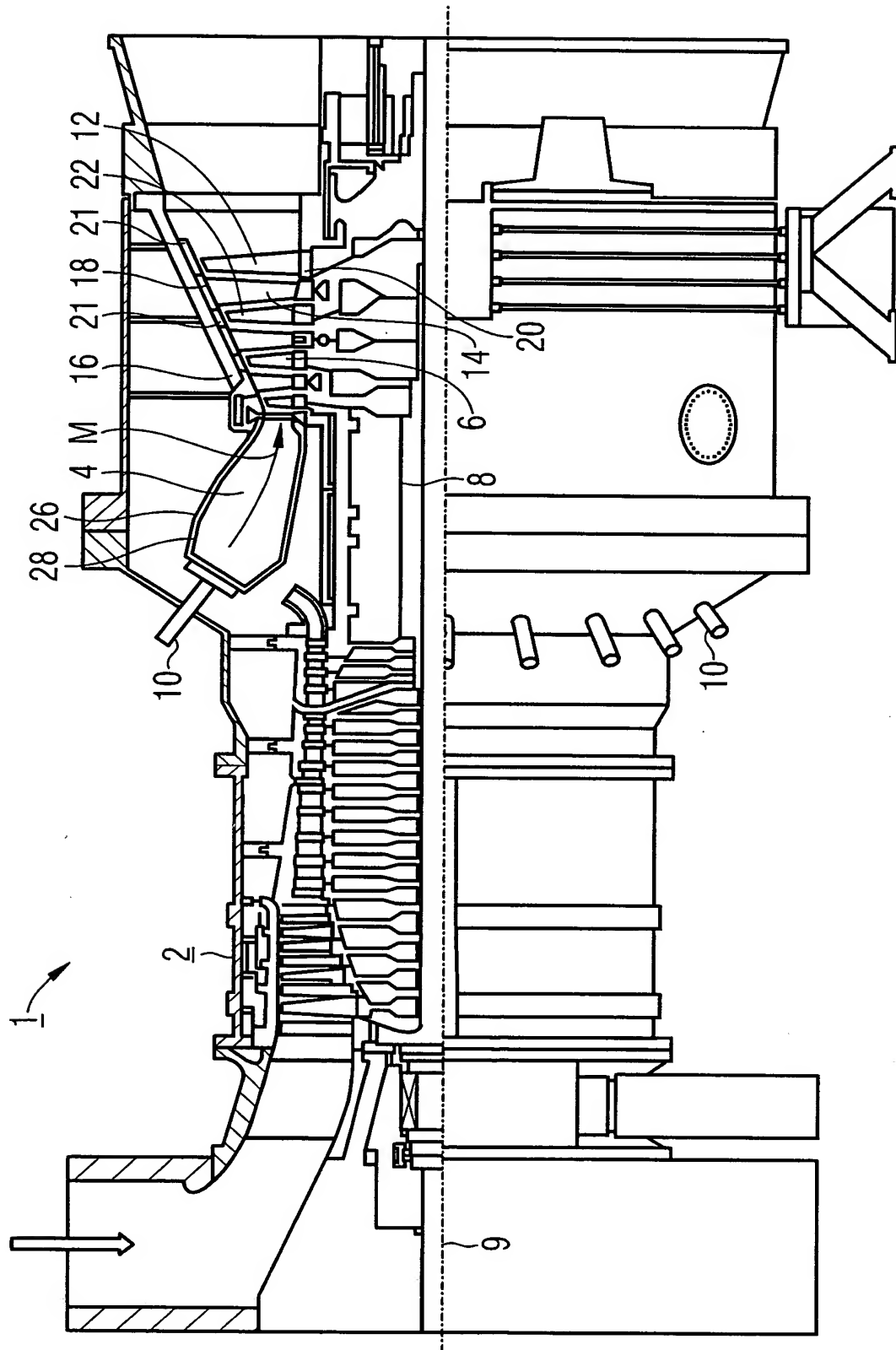


FIG 2

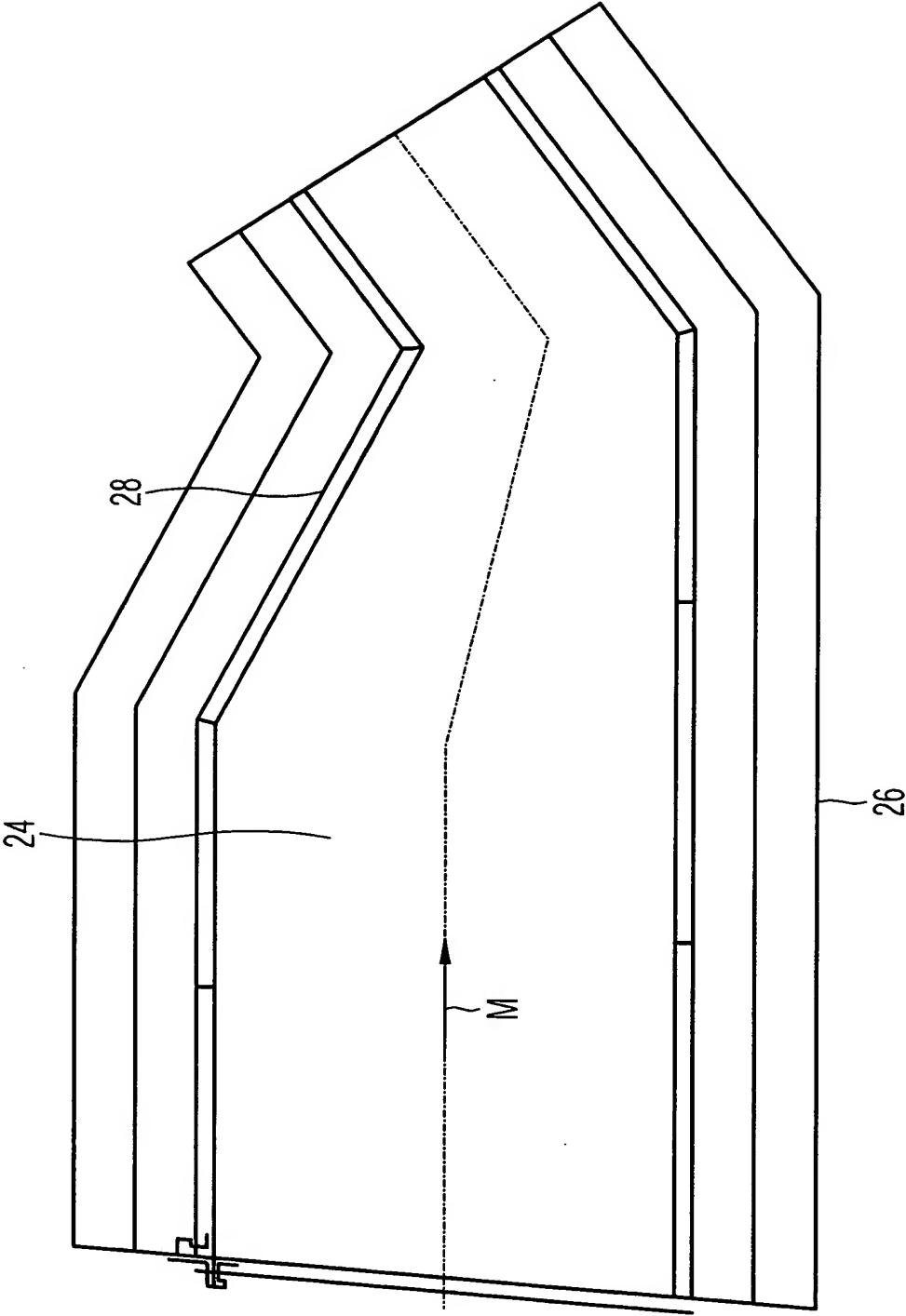


FIG 3

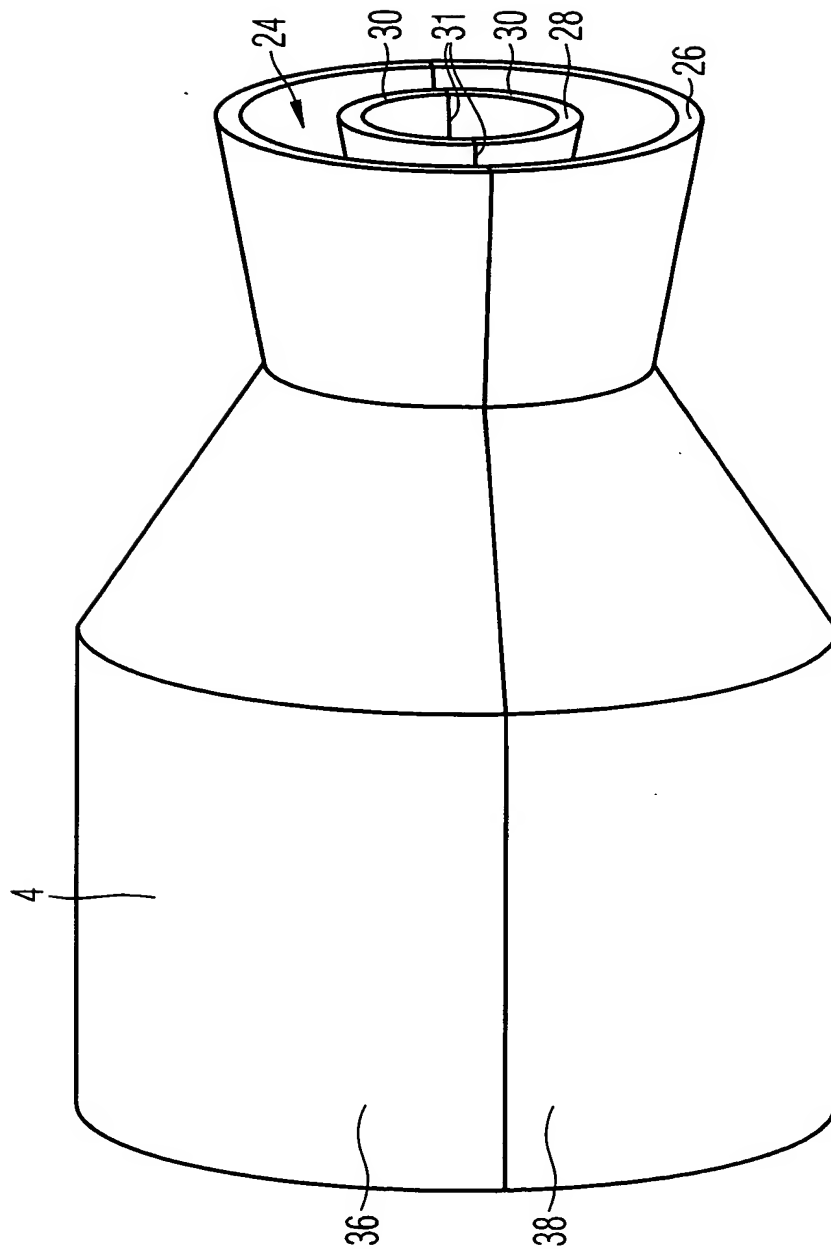


FIG 4

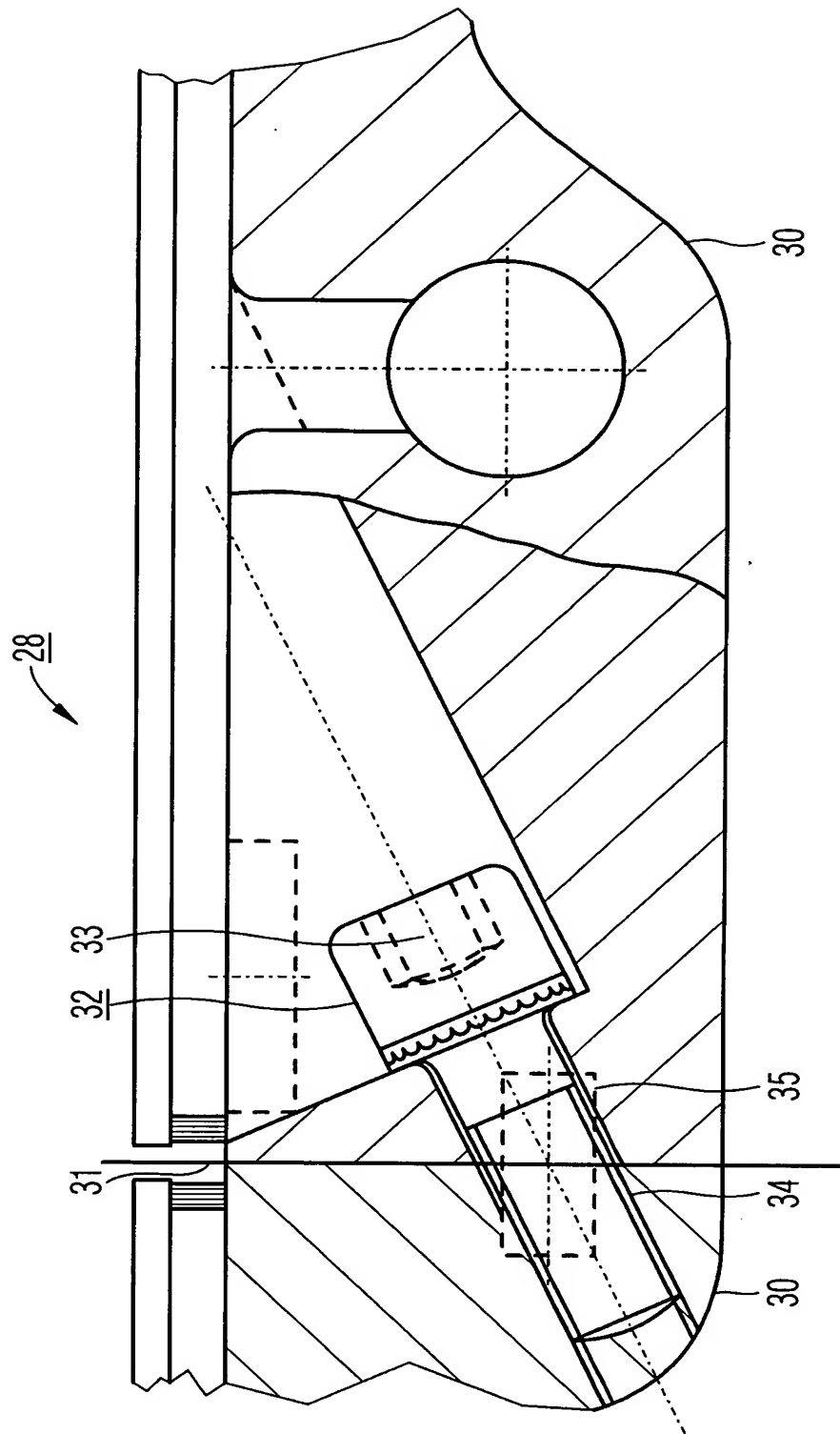


FIG 5

